

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050821

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 102004011408.0  
Filing date: 05 March 2004 (05.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 June 2005 (13.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 011 408.0

**Anmeldetag:** 05. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
60488 Frankfurt/DE

**Bezeichnung:** Einparkhilfe

**IPC:** G 08 G 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Agurke

## Einparkhilfe

Die Erfindung betrifft eine Einparkhilfe für ein Fahrzeug.  
Die Erfindung betrifft ebenso ein Bahnplanungsmodul.

Das Bahnplanungsmodul bezieht sich auf eine Bahnplanung für rückwärts Einparken. Sie wird in Abhängigkeit von Daten über den Parkraum relativ zum Fahrzeug und den Weg des Fahrzeugs in die Parklücke berechnet.

Heutige Bahnplanungsmethoden arbeiten entweder mit abgespeicherten Datensätzen für verschiedene Parklückenlängen (speicherintensiv), mit der Berechnung aus geometrischen Formen wie Kreisen, Klothoidenbahnen und Geraden (unkomfortabel oder rechenintensiv), durch Polynome oder mit Splines (unsicher, zusätzliche Bahnüberprüfung erforderlich).

Die beim Einparkvorgang gefahrene Bahn kann durch folgende Faktoren bewertet werden:

1. Länge der kleinstmöglichen Parklücke
2. Einfahren des Vorderwagens in die Gegenfahrbahn
3. Lenkwinkeländerung
4. Maximal erforderlicher Lenkwinkel
5. Berechnungsaufwand

Die Aneinanderreihung von zwei Kreisbögen 1,2 ermöglicht das Einfahren des Fahrzeugs 3 in kleinste Parklücken 6 zwischen Fahrzeug 4 und Fahrzeug 5 (siehe Fig.1).

Diese Bahn erfordert aber das Anhalten des Fahrzeugs im

Umlenkpunkt. Zudem werden Lenkung und Fahrzeug stark belastet.

Aus diesem Grunde ist am Umlenkpunkt das Einfügen einer Doppel-Klothoidenbahn notwendig, welche einen stetigen Verlauf des Lenkwinkels ermöglicht. Zusätzlich wird am Anfang von Kreisbogen 1 noch ein Klothoidenbogen eingefügt, um die Krümmung der Bahn am Endpunkt an den Gierwinkel des Fahrzeugs anzupassen .

Dieser Ansatz verbindet eine begrenzte Lenkwinkeländerung mit einem unter diesen Umständen minimalen Einfahren in die Gegenfahrbahn und das Erreichen minimaler Parklücken. Zudem verlangt sie einen geringen Berechnungsaufwand, da die Bahn nicht auf Kollision überprüft werden muss.

Ungünstig ist dabei, dass die Startposition des einzuparkenden Fahrzeugs ( $x_1$ ,  $y_1$ ) in einem eng begrenzten Gebiet in der Nähe des Kreisbogen 1 liegen muss. Zusätzlich ist die Berechnung aufwendig und kompliziert.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einparkhilfe zu schaffen, die ein automatisches Führen des Fahrzeugs oder ein unterstützendes Führen für den Fahrer auf relativ einfache eine komfortable Weise ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Aufgabe wird durch eine Einparkhilfe für ein Fahrzeug gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Einparkhilfe ein autonomes Einparken ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang unterstützt,

mittels eines auf das Lenkrad aufgebrauchten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch einen künstlichen Lenkansschlag geführt wird, und dass die Bahn für das Einparken des Fahrzeugs in eine Einfahrbahn im Bereich einer Parklücke und eine Anfahrbahn aufgeteilt wird.

Bei einer Ausführungsform nach der Erfindung werden dem Fahrer komfortable Handlungsanweisungen durch haptische Rückmeldungen gegeben. Dabei bleibt sichergestellt, dass der Fahrer während des Einparkvorganges diese Handlungsanweisungen umsetzt oder bewusst überstimmt.

Bei einer alternativen Ausführungsform nach der Erfindung wird das Fahrzeug automatisch auf einer bestimmten Bahn in eine Parklücke gelenkt.

Nach der Erfindung wird so eine Aufteilung der Bahnplanung in eine sichere Einfahrbahn im kritischen Parklückenbereich und eine komfortable Anfahrbahn vorgenommen. Es wird eine Verringerung des Berechnungsaufwandes durch Strecken einer für die minimale Parklücke berechneten Bahn erzielt.

Die Aufgabe wird auch durch ein Bahnplanungsmodul für ein Fahrzeug, insbesondere für eine Einparkhilfe nach der Erfindung, gelöst, bei dem die Bahn für das Einparken des Fahrzeugs in eine Einfahrbahn im Bereich einer Parklücke und eine Anfahrbahn aufgeteilt wird.

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Einparken für ein Fahrzeug gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Verfahren ein autonomes Einparken ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang unterstützt, mittels eines auf das Lenkrad aufgebrauchten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch einen künstlichen Lenkansschlag

geführt wird, und dass die Bahn für das Einparken des Fahrzeugs in eine Einfahrbahn im Bereich einer Parklücke und eine Anfahrbahn aufgeteilt wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass zumindest ein Teilbereich der Anfahrbahn auf Grundlage eines oder mehrerer Polynome ermittelt wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass ein Ansatzpunkt der auf Grundlage eines Polynoms ermittelten Anfahrbahn an die Einfahrfahrbahn in Abhängigkeit von der Position des einzuparkenden Fahrzeugs ermittelt wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass die Bahn für die kleinstmögliche Parklücke an die reale Parklücke durch eine Streckung der Bahn (Strecken) angepasst wird.

Eine für den Fahrer angenehmere Lenkwinkeländerung wird über die Berechnung der Bahn durch ein Polynom fünfter Ordnung erzielt:

$$y = f(x) = a_0 x^0 + a_1 x^1 + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5 \quad (1)$$

wobei die einzelnen Koeffizienten aus den folgenden Nebenbedingungen bestimmt werden:

$$\begin{aligned}
 f(x_0)|_{\text{Kreisbogen}} &= y_0 \\
 f(x_0)'|_{\text{Kreisbogen}} &= \frac{dy}{dx}|_{\text{Kreisbogen}} \\
 f(x_0)''|_{\text{Kreisbogen}} &= \frac{d^2y}{dx^2}|_{\text{Kreisbogen}} \\
 f(x_1)|_{\text{Fahrzeug}} &= y_1 \\
 f(x_1)'|_{\text{Fahrzeug}} &= \frac{dy}{dx}|_{\text{Fahrzeug}} \\
 f(x_1)''|_{\text{Fahrzeug}} &= \frac{d^2y}{dx^2}|_{\text{Fahrzeug}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Diese Nebenbedingungen sind so gewählt, dass an den Übergängen stoßfreies Lenken möglich ist.

Wird das Polynom zur Berechnung der kompletten Parklücke verwendet, ist allerdings nicht immer sichergestellt, dass das einzuparkende Fahrzeug an der vorderen Ecke von Fahrzeug 5 kollisionsfrei vorbeifährt.

Aus diesem Grunde verwendet das Verfahren nach der Erfindung einen Kreisbogen 13, der eine sichere Einfahrt des Fahrzeugs 3 in die Parklücke 6 zwischen zwei Fahrzeugen 4,5 ermöglicht. Das Fahrzeug wird durch ein Polynom 10,11,12 auf diesen Bogen geführt (siehe Fig. 2).

Es besteht keine Gefahr mehr, dass das Fahrzeug in der Parklücke anschlägt, wenn es der Bahn folgt.

Steht das Fahrzeug sehr weit von der Parklücke entfernt, kann das Polynom aber immer noch sehr weit in die Gegenfahrbahn führen oder zu einer Bahn führen, die einen seitlichen Anschlag in die Fahrzeugfront erzwingt.

Ist das Fahrzeug sehr weit an der Parklücke vorbeigefahren,

besteht die Gefahr das ein Polynom berechnet wird, dass sehr weit in die Gegenfahrbahn reicht. Hier kann ein Klothoidenbogen an den Kreis angefügt werden, der eine solche Auslenkung verringert.

Der Ansatzpunkt des Polynoms auf die anschlagsichere Parktrajektorie erfolgt in diesem Fall in Abhängigkeit vom Standpunkt des Fahrzeugs 3, spätestens aber am Kreisbogen.

Eine alternative Möglichkeit, um ein zu großes Einfahren in die Gegenfahrbahn bei weit entfernten Parklücken zu vermeiden, ist die Verkürzung des Kreisbogens.

Die Kreisbogenlänge ist dabei so gewählt, dass die vordere rechte Ecke des einzuparkenden Fahrzeugs gerade die hintere linke Ecke von Fahrzeug 2 passiert. Dieser Ansatz hat den Vorteil, das eine Überprüfung der Randbedingungen, ob die geplante Bahn befahrbar ist, deutlich vereinfacht wird.

Um den Berechnungsaufwand gering zu halten, bestimmt das Verfahren nur das Polynom relativ zwischen Fahrzeug 3 und Ansatzpunkt am Kreisbogen. Der Kreisbogen wird dazu nur für die kleinstmögliche Parklücke abgespeichert. Die Kreisbogenlänge ist dabei so gewählt, dass die vordere rechte Ecke des einzuparkenden Fahrzeugs 3 gerade die hintere linke Ecke von Fahrzeug 5 passiert. Dieser Ansatz hat den Vorteil, das eine Überprüfung der Randbedingungen, ob die geplante Bahn befahrbar ist, deutlich vereinfacht wird.

Dabei wird getestet,

- 1) ob die rechten Ecken des einzuparkenden Fahrzeugs 3 mit Fahrzeug 5 kollidieren,



- 2) ob die linken Ecken des einzuparkenden Fahrzeugs 3 in die Gegenfahrbahn kommen,
- 3) ob der maximale Lenkwinkel nicht überschritten wird und
- 4) ob die maximale Lenkwinkelgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

Diese Tests werden je nach verfügbarer Hardware und Rechenleistung entweder

- näherungsweise mit einfachen mathematischen Grundoperationen unter Hinzufügen von Sicherheitsabständen durchgeführt, oder
- unter Hinzunahme trigonometrischer Funktionen exakt durchgeführt, oder
- durch Auswerten eines Kennfeldes ermittelt.

Da nur die durch das Polynom beschriebene Bahn getestet werden muss, können bestimmte Operationen (z.B. Bestimmen der ersten und zweiten Ableitung) bereits im Vorfeld symbolisch gelöst werden.

Bei der Ermittlung der Befahrbarkeit durch Auswerten eines Kennfeldes werden als Eingangsdaten Fahrzeugposition, Fahrzeuggierwinkel und Fahrzeuglenkwinkel bezogen auf die minimal mögliche Parklücke genommen. Mit diesen vier Eingängen kann aus dem Kennfeld bestimmt werden, ob ein sicheres Einparken möglich ist. Das Kennfeld wird vorher offline berechnet und liegt fest im Steuergerät vor. Aufgrund der Skalierbarkeit können die so gewonnenen Aussagen für beliebig große Parklücken verwendet werden.

Um den Berechnungsaufwand gering zu halten, bestimmt das Verfahren nur das Polynom relativ zwischen Fahrzeug und

Ansatzpunkt an der festen Einfahrtrajektorie. Diese wird dazu nur für die kleinstmögliche Parklücke abgespeichert.

Liegt eine größere Parklücke vor, als die minimal mögliche, so wird ein Skalierungsfaktor in y-Richtung bezogen auf die kleinstmögliche Parklücke bestimmt. Dies geschieht so, dass der minimale Abstand zwischen der vorderen rechten Ecke des einzuparkenden Fahrzeugs und der linken hinteren Ecke von Fahrzeug zwei immer konstant ist.

Anschließend wird der fest abgelegte Standardkreisbogen mit diesem Faktor in y-Richtung skaliert und mit dem Fahrzeug über ein Polynom verbunden.

So wird der maximale Lenkwinkel und die Lenkwinkeländerung verringert, gleichzeitig bleibt die Sicherheit, dass das Fahrzeug beim Abfahren der Bahn nicht anschlägt.

## Patentansprüche

1. Einparkhilfe für ein Fahrzeug,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Einparkhilfe ein  
autonomes Einparken ermöglicht oder einen Fahrer des  
Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang unterstützt,  
mittels eines auf das Lenkrad aufgebrachten  
Lenkmoments, wobei der Fahrer durch einen künstlichen  
Lenkansschlag geführt wird,  
und dass die Bahn für das Einparken des Fahrzeugs in  
eine Einfahrbahn im Bereich einer Parklücke und eine  
Anfahrbahn aufgeteilt wird.
2. Bahnplanungsmodul für ein Fahrzeug, insbesondere für  
eine Einparkhilfe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn für das  
Einparken des Fahrzeugs in eine Einfahrbahn im Bereich  
einer Parklücke und eine Anfahrbahn aufgeteilt wird.
3. Einparkhilfe oder Bahnplanungsmodul nach Anspruch 1  
oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teilbereich  
der Anfahrbahn auf Grundlage eines oder mehrerer  
Polynome ermittelt wird.
4. Einparkhilfe oder Bahnplanungsmodul nach einem der  
Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass ein Ansatzpunkt der auf  
Grundlage eines Polynom ermittelten Anfahrbahn an die  
Einfahrfahrbahn in Abhängigkeit von der Position des  
einzuparkenden Fahrzeugs ermittelt wird.

5. Einparkhilfe oder Bahnplanungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn für die kleinstmögliche Parklücke an die reale Parklücke durch Strecken angepasst wird.
6. Verfahren zum Einparken für ein Fahrzeug,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ein autonomes Einparken ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang unterstützt, mittels eines auf das Lenkrad aufgebrachten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch einen künstlichen Lenkanschlag geführt wird,  
und dass die Bahn für das Einparken des Fahrzeugs in eine Einfahrbahn im Bereich einer Parklücke und eine Anfahrbahn aufgeteilt wird.

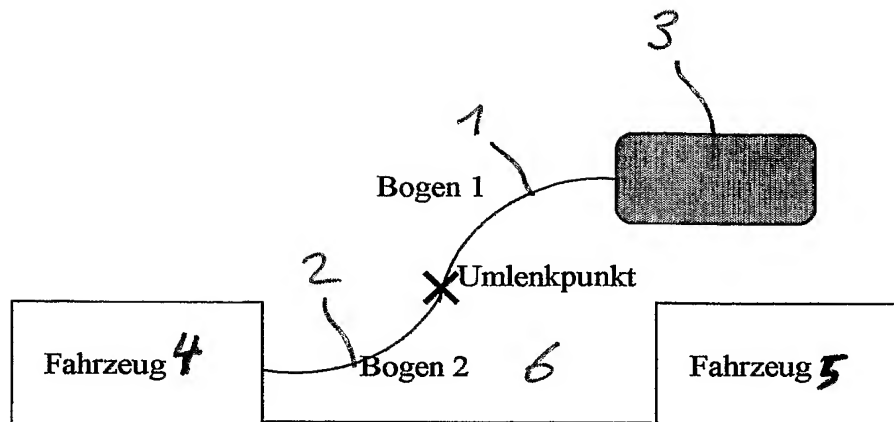


Fig. 1

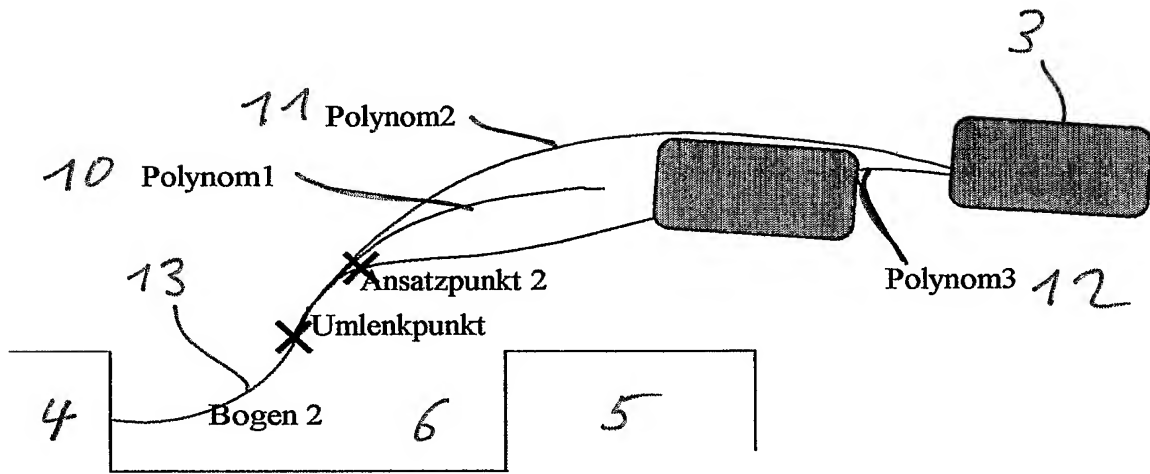


Fig. 2